



# 啃下多少硬骨头 才能成为“奋斗者”

■本报记者 陈欢欢

“杨锐他们啊，啃的都是硬骨头。”这是研究所同事对杨锐团队的评价。

“上九天揽月，下五洋捉鳖”可以概括中国科学院金属研究所(以下简称金属所)研究员杨锐啃过的硬骨头。航空发动机、长征五号运载火箭、“奋斗者”号万米深潜器……他们都提供过关键材料。

从“天空”到“海底”是在 9 年前。当时，中国要向海底深渊进军，金属所开始参与关键部件载人舱的研制。

2020 年 11 月，采用国产原创技术和材料建造的钛合金载人舱交出满意答卷。“奋斗者”号在马里亚纳海沟创造了 10909 米的中国载人深潜新纪录，使我国成为世界上第二个实现万米载人深潜的国家。

回忆这 9 年的探索过程，杨锐说：“跌宕起伏，有惊无险。”

## 立军令状

得知要建造搭载 3 人的万米深海潜水器，杨锐心里有点打鼓。

下潜万米，载人舱需要承受 110 兆帕水压，相当于 2000 头非洲象踩在成年人背上。此前获得成功的万米载人舱搭载两人已是极限，要超越极限，杨锐清楚，只能依靠核心技术的重大突破。而且，金属所钛合金研究部的工作多集中在航空航天领域，很少涉及海洋，这项工作又“前无古人”，没有多少国际经验可供借鉴。

为了给万米深潜作准备，中科院先行上马了海斗深渊前沿科技问题研究与攻关先导专项。首席科学家丁抗曾说，载人舱是万米载人深潜最大的“拦路虎”，如果能突破的话，必

能把我国的深潜事业推向一个新的高度。这话令杨锐印象深刻。

2013 年的一次论证会上，主持会议的领导说：“载人舱是成败的关键。杨锐你说说，能不能做出来？”

这一问，杨锐没有立刻回答。当时，他和金属所钛合金研究部副主任雷家峰、青年骨干马英杰一起搞过几次头脑风暴，做了一些准备工作，但要“在起点上拍胸脯实在缺乏底气”。

三五秒内，种种情形在杨锐脑中闪过。最终，他抬头回答：“只要立项，保证能干出来。”

“当务之急是尽快确定优化的合金成分，为后续工程化研究争取时间。”杨锐当即立断，做出判断——不可能一轮又一轮反复试错，必须尽快找到一个指导原则。

## 拿下 Ti624

强度和韧性是金属的一对矛盾属性，也就是说，坚硬的金属往往较“脆”，可塑性差，韧性高则皮实、安全。近 30 年来，世界上几乎所有深潜器的载人舱都采用 Ti64 合金制造，正是看中了 Ti64 能在中等强度下保持高韧性。

但要建造承受万米深度海水压力的 3 人球舱，无论怎么计算，都超出了 Ti64 的极限。摆在团队面前的只有一条路：放弃数据齐全、制造经验丰富的 Ti64，研制新型钛合金。“这是制造载人舱的最大技术挑战。”杨锐告诉《中国科学报》。

团队很快将目光锁定与 Ti64 韧性相当的 Ti62222。

这一合金的设计初衷是取代 Ti64，美国上世纪 80 年代提出后曾风靡一时，但由于存在技术缺陷，后来不了了之。金属所钛合金研究部早在“十一五”期间就研究分析过 Ti62222 的不足，有不错的研究基础。

2014 年春节假期，杨锐“闲来无事”，读遍了能找到的所有相关文献。突然，一篇论文引起了他的注意。上世纪 90 年代，美国学者研究发现，引起合金脆性的欧米伽相结构并不完美。杨锐琢磨发现，这个相越不完善，造成的危害越小。

这让他醍醐灌顶：也许可以找到一种“神药”，通过合金设计改造欧米伽相，从而使这个恶性肿瘤变成良性。

他联想到另外两项工作，分别是同日本国立材料研究机构和英国罗罗公司合作研究的钛—铌—钽和钛—钽—钼合金，都是在常见钛元素之外添加了说不清道不明的其他元素，却意外提高了韧性。而钽和钼在元素周期表中的位置都在钛的右方。

杨锐立刻找到同事胡青苗研究员说明这一想法，后者放弃休假回到实验室，通过理论计算证实，钽和此前分析过的钼一样，都能降低欧米伽相的稳定，从而提高韧性。

由此，新型合金设计的主要思路逐渐清晰：回避元素周期表中处于钛下方的难熔金属元素，酌量增加其右方元素，实现强度和韧性的最佳配比。但是，说起来容易，要做到“恰到好处”却极其困难。(下转第 2 版)

## 万米载人深潜的背后

# 我国保存作物种质资源总量超 52 万份

本报讯(记者李晨)记者 1 月 12 日从中国农业科学院获悉，我国作物种质资源保存总量超过 52 万份，位居世界第二。此外，设计保存容量 150 万份的新国家作物种质库土建工程已完工，预计 2021 年投入运行。

中国工程院院士、中国农业科学院副院长万建民介绍，“十三五”时期我国加快种质资源保护与利用体系建设，建成完善了由 1 座长期库、1 座备份库、10 座中期库、43 个种质圃、205 个原生环境保护点以及种质资源信息中心组成的国家作物种质资源保护体系；成立了农业农村部作物种质资源保护与利用中心，新国家作物种质资源库将于今年建成使用，可极大提升我国种质资源保护能力。

据悉，第三次全国农作物种质资源普查与收集行动已全面启动，收集各类作物种质资源 5.4 万份，其中 96% 以上为新收集资源，抢救性收集耐水淹玉米等一大批珍贵资源。在对收集、保存的种质资源进行基本农艺性状全面鉴定的基础上，中国农科院组织开展了对水稻、小麦、玉米等主要农作物 3 万余份种质的精准鉴定；通过创制自主知识产权核心育种材料，支撑培育了一大批重大作物新品种。

目前，我国农作物良种覆盖率在 96% 以上，自主选育品种面积占比超过 95%。其中，水稻、小麦两大口粮作物品种已实现完全自给。良种对粮食增产贡献率已超过 45%。

嘈杂环境中，总有人能屏蔽噪声集中注意力努力学习，可偏偏自己就不可以；老师讲课时，一听到“段子”就竖起了耳朵；认真练习英语听力，总是毫无障碍地睡着……大家同样长着一双耳朵，怎么选择听到的声音就那么不同？

上海交通大学医学院附属第九人民医院教授吴皓、研究员华云峰团队联合德国哥廷根大学的科学家，通过深入解析耳蜗神经回路超微结构，建立耳蜗神经回路成像新方法，对人选择性感知外界声音的原因有了新的解答。研究成果近日发表于《细胞报告》。

## 修正教科书

哺乳动物感知外界声音时，耳蜗是关键器官。耳蜗中的毛细胞就像信号接收器，顶部有纤毛首先感知声音振动，随后通过带状突触将转换信号传递给听神经，上行至大脑进而解析信息。不同位置的毛细胞对应了其所能感知声音的频率，声强大小则由毛细胞上具有不同形态和功能的带状突触分工处理。

由于过去的研究分辨率或样品大小的限制，认为听神经普遍受单一带状突触支配，所以科学家据此推测，每根听神经仅接受单个毛细胞提供的固定声强信息，且毛细胞在编码声音过程中保持独立。长期以来，这一结论得到科学界公认，被写进了教科书。

在这次最新发表的论文中，研究人员得到了足以修正教科书的证据。经过高通量连续切片扫描电子显微镜解析，他们获得了目前最大、最具有突触分辨率的小鼠耳蜗神经回路超微结构。

“在成年小鼠的耳蜗里，仅有 72% 的听神经属于先前报道的具有单一突触来源，而 15% 的听神经在单一位点具有多个带状突触结构，剩下的 13% 为分叉的听神经，连接有两个以上的带状突触，可同时接受来自单个毛细胞不同位点或相邻毛细胞的信号。”论文第一作者华云峰告诉《中国科学报》。

这表明，教科书上对耳蜗听神经受单一带状突触支配的描述是不准确的。毛细胞与听神经突触连接的多样性提示，声音的神经编码方式可能比人们先前认为的更为多样和复杂。

## 耳朵不“背锅”

上述结论说明，由毛细胞和听神经构成的“声音编码器”可通过多样的连接方式接收复杂

的声音信息，但这一过程仍是被动的，导致对外界声音选择性感知的关键原因到底是什么？

大脑中听神经除了接受毛细胞的信号外，还受中枢传出神经支配来调控其活动。研究人员据此进一步推测，若自下而上的底层毛细胞和听神经不能决定传输哪些声音给大脑，极有可能是中枢神经系统通过调节听神经的活动，选择性过滤掉一些声音信息，但耳蜗神经回路如何实现这一功能？

本次研究发现，在不同听神经上，传出神经突触的数量具有显著差异，且听神经上带状突触的体积越大、数量越多，传出神经突触越多，即受到中枢更强的调控。这说明，中枢系统对耳蜗听神经活性的调节具有很强的选择性，可以刚好过滤掉背景噪声或者完全屏蔽“不喜欢”的信息。所以，在嘈杂的背景噪声中你学习不下去，别人却能专心致志，真的不能怪“耳朵”，是“神经”不够强大。

此外，研究者还在听神经上发现了一类新的突触连接，说明听神经受多个大脑核团控制。一系列新发现表明，大脑并非简单地根据音量调节声音感知，从耳蜗神经回路的构造上完全可以实现复杂的音强信息提取。

## 听力治疗新前景

在我国，职业性和老年性听觉疾病发病率始终居高不下，患有残疾性听力障碍人士已超过 7200 万。在研究者看来，新发现有望对听力损伤治疗有所帮助。(下转第 2 版)

# 嫌太吵学不进，耳朵不「背锅」

■本报实习生蒋程 记者甘晓

# “旅月”归来的燕麦种子出苗

随嫦娥五号奔月遨游 23 天后，一批重 18.3 克的牧草种子顺利返回地球，标志着我国牧草种子成功完成深空空间诱变试验。

图中发芽的燕麦种子属于中国科学院兰州畜牧与兽药研究所“旅月”归来的 3 份种子材料之一，长势喜人，有望让牛羊吃上高质量“太空草”。

本报记者张晴丹 通讯员符金钟报道 郑平摄



# 让纯有机闪烁体更“闪”

本报讯(记者陆琦)日前，西北工业大学柔性电子前沿科学中心黄维、南京工业大学先进材料研究院安众福团队与新加坡国立大学刘小钢课题组合作，成功实现了纯有机材料在 X 射线激发下的高效辐射发光，同时展现了该类材料在 X 射线探测、成像等领域的巨大应用潜力。相关成果在线发表于《自然—光子学》。

闪烁体是一类吸收高能粒子或射线后

能够发光的材料。有机闪烁体作为闪烁体家族的全新材料，在柔性电子领域具有极大的潜在应用价值。但传统纯有机材料对 X 射线的吸收较弱，且只能产生源自于单线态的荧光发射。因此，生成比例达 75% 的三线态激子未被充分利用，限制了纯有机闪烁体材料发展。

针对这一难题，研究团队利用亮态三线态激子，实现了高效的纯有机闪烁体—设计思

想。他们通过理性分子设计，引入卤素重原子，不仅提升了 X 射线吸收能力，而且有效促进了三线态激子发光，进而提高激子利用率并增强了纯有机闪烁体的辐射发光性能。该闪烁体材料对 X 射线的检测限为 33nGy/s，是医学 X 射线成像使用剂量的 1/167。

鉴于其高效、稳定的辐射发光特性，研究人员成功将该类材料应用于 X 射线成像领域。该成果不仅为探索新型闪烁体材料提供了一个基本的设计原则和全新途径，而且为发展用于无损射线检测、医学成像等领域的柔性 X 射线探测器提供了全新策略。

相关论文信息：  
<https://doi.org/10.1038/s41566-020-00744-0>

P-N 同质结，证实了该同质结结构位于薄膜表面以下大约 100 纳米处。这一转变与顶部电子传输层(N 型)更加匹配，促进界面电荷传输，减少界面处电荷非辐射复合损失。

课题组构建了功率转换效率为 21.88% 和填充因子为 83.81% 的钙钛矿光伏器件，均是已报道的多晶甲基铵铅三碘化物钙钛矿的 P-I-N 结构器件的最高值。

“光电转换动力学综合分析表明，器件中的能量辐射损失得到了有效抑制。”论文第一作者熊少兵表示，该工作为深入理解钙钛矿半导体界面电子结构特性与器件能量损失机制提供了思路。

相关论文信息：  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.joule.2020.12.009>

# 大猩猩也“新冠”了



本报讯 据《科学》报道，上周三，美国圣地亚哥野生动物园的两只大猩猩开始咳嗽。随后兽医检测了它们的粪便样本，发现了新冠病毒 RNA。动物园日前宣布，园里 8 只大猩猩全部暴露于病毒下，有几只出现了轻微症状，比如咳嗽和充血。

来自圣地亚哥的这一消息迅速在研究野生濒危类人猿的灵长类动物学家中引起反响。人类呼吸道病毒已经是一些黑猩猩群体死亡的主要原因。在非洲山地大猩猩中，20% 的突然死亡由人类呼吸道病毒引起。圣地亚哥西非低地大猩猩的感染证实了科学家的猜测——猿类可能会感染新冠病毒，因为在猿类体内，这种病毒用以进入细胞的 ACE2 受体与人类相同。

“大猩猩容易感染新冠病毒并不奇怪。”美国威斯康星大学麦迪逊分校野生生态学家 Tony Goldberg 表示，“幸运的是，动物园里的大猩猩受到很好的医疗护理，但野生大猩猩并非如此。”

这些大猩猩正在被密切监测，被喂食维生素、液体和食物，但没有采取针对新冠肺炎的特殊治疗。兽医正在咨询治疗人类新冠肺炎的医生，以防大猩猩的症状恶化。该动物园表示，目前还没有针

对感染新冠病毒的宠物和其他动物的疫苗，但有一些正在测试中。

“除了有些充血和咳嗽外，大猩猩的情况还不错。”该动物园执行主任 Lisa Peterson 在一份新闻稿中写道，“它们被隔离，仍在吃喝，希望它们能完全康复。”

动物园怀疑，这些大猩猩是被该动物园野生动物小组一名病毒检测呈阳性的无症状感染者感染的。2020 年 12 月 6 日，该动物园已对公众关闭。

随着新冠病毒在世界各地传播，研究人员开始采取措施保护非洲和亚洲濒危的类人猿。他们封锁了丛林和森林保护区，与当地村民和政府合作以减少与猿类的接触，并戴上口罩防止病毒在森林中传播。不过，一些地方已经恢复了旅游业，因为收入对生活在附近的人们生计和健康至关重要。

在乌干达研究猿类的耶鲁大学灵长类动物学家 David Watts 说：“我们不能让旅游业停滞，但需要坚持要求有关部门加强卫生预防措施，不要为短期收入最大化而牺牲非人灵长类动物。”

“野生类人猿不能保持社交距离。”Goldberg 表示，“由于寻找食物、躲避危险，以及适应栖息地缩小，野生大猩猩生活在生死边缘。”

“如果野生大猩猩或其他野生猿类感染新冠肺炎，预计后果会更糟。我们能对野生灵长类动物种群做的最重要的事是将病毒隔离在外。”Goldberg 说。(文乐乐)



美国圣地亚哥野生动物园的两只大猩猩已经感染了新冠病毒，并出现了症状。图片来源：JAIME WELLS

# “吃辣”的电池“有能量”

本报讯(记者张双虎)华东师范大学物理与电子科学学院教授保泰桦课题组把天然分子辣椒素作为添加剂引入到钙钛矿半导体，在国际上首次直接观察到软物质钙钛矿半导体表面电子结构从 P 型转变为 N 型的新现象。相关论文 1 月 14 日发表于《焦耳》。

保泰桦向《中国科学报》介绍，“使用绿色、可持续的基于森林系生物添加剂，并与无毒无铅钙钛矿半导体结合，最终可以实现完全绿色的钙钛矿电子器件。我们希望以此改变钙钛矿

半导体表面电子结构与电荷传输层实现匹配的界面电子结构，从而减少器件能量损失。”

研究人员发现辣椒素化合物天然易获取、价钱便宜、性质相对稳定，将其作为添加剂引入到钙钛矿半导体，利用自行设计、定制的高分辨、高精密度光子能谱原位分析系统，发现钙钛矿半导体表面电子结构经历了从原先的 P 型到 N 型的完全转变，霍尔效应测量进一步证实了这一新现象。探索发现这种转变源于钙钛矿半导体表面区域自发形成的